

NETWORK SYSTEM FOR DISTRIBUTING SIMPLIFIED SHAPE INFORMATION FOR FLUID ANALYSIS

Publication number: JP2002157281 (A)

Publication date: 2002-05-31

Inventor(s): FUKUMORI TOSHIAKI

Applicant(s): SOFTWARE CRADLE CO LTD

Classification:

- international: G06F17/50; G06F17/50; (IPC1-7): G06F17/50

- European:

Application number: JP20000350478 20001117

Priority number(s): JP20000350478 20001117

Abstract of JP 2002157281 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system for providing three-dimensional shape information to be used for designing merchandise and analyzed through simple calculation.
SOLUTION: In the system using a network, a server device converts the three-dimensional shape information to the element of a rectangular parallelepiped suitable for fluid analysis or simplified shape information being the set of the elements of the rectangular parallelepiped and distributes the simplified shape information.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-157281

(P2002-157281A)

(43) 公開日 平成14年5月31日(2002.5.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース(参考)
G 0 6 F 17/50	6 0 6	G 0 6 F 17/50	6 0 6 B 5 B 0 4 6
	6 0 1		6 0 1 A
	6 0 8		6 0 8 Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-350478(P2000-350478)

(22) 出願日 平成12年11月17日(2000.11.17)

(71) 出願人 500428313

株式会社ソフトウェアクレドル

大阪府大阪市淀川区西中島6丁目1番1号

新大阪プライムタワー

(72) 発明者 福森 利明

大阪府淀川区西中島6丁目1番1号 新大

阪プライムタワー 株式会社ソフトウェア

クレドル内

(74) 代理人 100072213

弁理士 辻本 一義 (外1名)

Fターム(参考) 5B04B AAD8 BA05 CA08 DA05 FA18

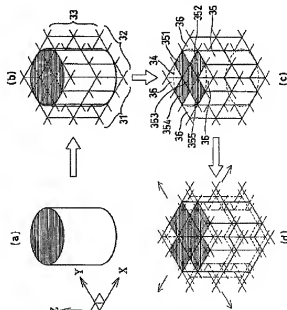
JAD9

(54) 【発明の名称】 流体解析用の簡略化形状情報を配信するネットワークシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 商品設計に用いられる三次元形状情報を提供するシステムであって、流体解析の計算が容易な情報の提供を課題とする。

【解決手段】 ネットワークを用いたシステムであって、サーバ機が三次元形状情報を流体解析に適した直方体の要素もしくは直方体の要素の集合である簡易化形状情報に変換し、該簡略化形状情報を配信することを特徴とするものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 利用者端末とサーバ機がネットワークを介して通信可能に接続されたネットワークシステムであって、サーバ機が「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」を有し、かつ、利用者からの要求に応じて変換した簡略化形状情報を配信することを特徴とするもの。

【請求項 2】 ネットワークを介して利用者からの要求に応じて情報を配信するサーバ機であって、
・「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」を有し、
・かつ、この簡略化形状情報を配信する手段を有することを特徴とするもの。

【請求項 3】 請求項 2 に記載したサーバ機であって、前記「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が、三次元形状情報によって特定される三次元形状を直方体の要素もしくは直方体の要素の集合に変換し、かつ、変換の前後における三次元形状の体積が略同一であることを特徴とするもの。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 に記載したサーバ機であって、設定された変換条件に基づいて、変換後の要素の大きさ、もしくは、要素の数を適宜に変更する手段を有することを特徴とするもの。

【請求項 5】 請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかに記載したサーバ機であって、前記「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が、三次元形状情報によって特定される三次元形状を直方体の要素もしくは直方体の要素の集合に変換し、かつ、変換の前後における三次元形状の表面積が略同一であることを特徴とするもの。

【請求項 6】 請求項 2 ないし請求項 5 のいずれかに記載したサーバ機であって、前記「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が、三次元形状情報によって特定される三次元形状を直方体の要素の集合に変換し、かつ、流体解析に影響の大きな三次元形状の部分については他の部分より小さな要素によって構成されていることを特徴とするもの。

【請求項 7】 請求項 2 に記載したサーバ機であって、前記三次元形状情報によって特定される三次元形状が複数の構成要素（52）によって構成され、かつ、前記「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が三次元形状情報によって特定される三次元形状から流体解析結果に影響を与えない微小な構成要素（52）を削除する手段であることを特徴とするもの。

【請求項 8】 請求項 7 に記載したサーバ機であって、利用者に対して三次元形状情報によって特定される三次元形状のうち代表要素の選択を促す手段を有し、選択された代表要素に基づいて削除数値を設定する手段を有し、削除数値以下の構成要素（52）を削除する手段を有す

ることを特徴とするもの。

【請求項 9】 記憶手段に三次元形状情報を記憶したコンピュータであって、

- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状における直交する三軸方向の幅、奥行き、高さを求め、
- ・求めた幅、奥行き、高さから三次元形状の体積を算出し、これを記憶し、
- ・更に、この三次元形状の周囲に格子線を設定し、算出した幅、奥行き、高さ方向に流体解析の目的に応じて適宜に分割し、三次元形状を直方体の要素の集合とし、
- ・前記要素において変換前の三次元形状の外形よりほぼ内側に含まれる内部要素（35）を選択し、
- ・前記内部要素（35）の集合の外形が、変換前の三次元形状の外形と一致しない軸方向を求め、
- ・前記内部要素（35）を前記軸方向に拡大し、変換前の三次元形状の体積と、変換後の内部要素（35）の体積の合計が略同一とする、変換処理を行うことを特徴とするもの。

20 【請求項 10】 記憶手段に三次元形状情報を記憶したコンピュータであって、

- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状における直交する三軸方向の幅、奥行き、高さを求め、
- ・求めた幅、奥行き、高さから三次元形状の表面積を算出し、これを記憶し、
- ・更に、この三次元形状の周囲に格子線を設定し、算出した幅、奥行き、高さ方向に流体解析の目的に応じて適宜に分割し、三次元形状を直方体の要素の集合とし、
- ・前記要素において変換前の三次元形状の外形よりほぼ内側に含まれる内部要素（35）を選択し、
- ・前記内部要素（35）の集合の外形が、変換前の三次元形状の外形と一致しない軸方向を求め、
- ・前記内部要素（35）を前記軸方向に拡大し、変換前の三次元形状の表面積と、変換後の内部要素（35）の表面積の合計が略同一とする変換処理を行うことを特徴とするもの。

30 【請求項 11】 三次元形状情報を記憶した記憶手段と入力手段を有するコンピュータであって、

- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し、
- ・構成要素（52）を削除する削除数値を設定する手段を有し、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状に含まれる構成要素（52）の各体積を算出し、
- ・算出された体積のうち、最も大きな体積の構成要素（52）を代表要素とし、
- ・この代表要素の体積から前記削除数値以下の体積を算出し、
- ・前記削除数値以下の体積と各構成要素（52）の体積を比較し、削除数値以下の体積の構成要素（52）を削

除する処理を行うことを特徴とするもの。

【請求項12】記憶手段に三次元形状情報を記憶したコンピュータに、この三次元形状情報によって特定される

三次元形状の変換処理を行わせるプログラムであって、

・記憶手段から三次元形状情報を読み出し、

・この三次元形状情報によって特定される三次元形状における直交する三軸方向の幅、奥行き、高さを求め、

・求めた幅、奥行き、高さから、三次元形状の体積もしくは表面積を算出し、これを記憶し、

・更に、この三次元形状の周囲に格子線を設定し、算出した幅、奥行き、高さ方向に流体解析の目的に応じて適宜に分割し、三次元形状を直方体の要素の集合とし、

・前記要素において変換前の三次元形状の外形よりほぼ内側に含まれる内部要素(35)を選択し、

・前記内部要素(35)の集合の外形が、変換前の三次元形状の外形と一致しない軸方向を求め、

・前記内部要素(35)を前記軸方向に拡大し、変換前の三次元形状の体積と変換後の内部要素(35)の体積の合計が略同一、もしくは、変換前の三次元形状の表面積と変換後の内部要素(35)の表面積の合計が略同一、となる処理を行うことを特徴とするもの。

【請求項13】三次元形状情報を記憶した記憶手段と入力手段を有するコンピュータに、この三次元形状情報によって特定される三次元形状の変換処理を行わせるプログラムであって、

・記憶手段から三次元形状情報を読み出し、

・構成要素(52)を削除する削除数値を設定する手段を有し、

・この三次元形状情報によって特定される三次元形状に含まれる構成要素(52)の各体積を算出し、

・算出された体積のうち、最も大きな体積の構成要素(52)を代表要素とし、

・この代表要素の体積から前記削除数値以下の体積を算出し、

・前記削除数値以下の体積と各構成要素(52)の体積を比較し、削除数値以下の体積の構成要素(52)を削除する処理、を行うことを特徴とするもの。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、ネットワークを用いて、流体解析に適した簡易化形状情報を送信するシステム、及び、三次元形状情報を簡易化形状情報に変換するコンピュータに関するものである。

【0002】

【従来の技術及びその問題点】 ① これまで、商品の冷却条件や部屋の空気の流れを調べるために、商品の三次元形状情報をネットワークを介して送受信することが行われていた。そして、商品の三次元形状情報を受信した者は、この情報を流体解析ソフトに取り入れ、三次元形状情報によって特定される三次元形状に基づいて空間を

各要素に分割し(要素分割)、流体解析を行っていた。ここで、「要素分割」とは、流体解析を行う場合に通常用いられる手法であって、解析を行う空間を格子状に細分化することをいい、「メッシュを切る」ともいわれる。しかし、商品設計に用いられる三次元形状情報によって特定される三次元形状をそのまま用いて要素分割を行い、流体解析を行った場合、次の問題点があった。

【0003】 ② 商品設計に用いられる三次元形状には、非常に多くの構成要素が存在し、かつ、詳細な形状も含まれる。具体的には図5aに示すように多数の構成要素が存在する。この商品設計に用いられる三次元形状からそのまま要素分割を行った場合、必要以上に細かく要素分割することになってしまい、計算負担が膨大になってしまう。

【0004】 ③ また、一つの三次元形状の周りの流体解析を行うソフトウェアとしては、株式会社ソフトウェアアクレイドル製の「ストリーム」(登録商標)がある。このソフトウェアは、三次元形状を流体解析の目的に応じて直方体の要素もしくは直方体の要素の集合に変換し、この要素に基づいて要素分割を行い、流体解析を行うものである。

【0005】 このソフトウェアは、商品の外形が円弧や斜面を有せず、直方体によって正確に要素分割できる三次元形状の流体解析に適したものである。しかし、円柱や球、また、斜面を有する三次元形状の要素分割においては、要素分割後の形状が他の構成要素の存在によって変化してしまう問題点があった。この問題点を図6、図7を用いて説明する。

【0006】 1) まず、通常の直方体の要素への交換を説明する。

【0007】 図6は、円柱を真上から見た平面図であり、その円柱を符号101として示す。そして、図中の格子状の線は格子線であり、符号を103とする。この格子線103に基づいて三次元形状は各要素に変換され、変換後の直方体の要素の集合を符号102とし、図6では斜線部分として示す。なお、格子線が設定される本数やその間隔は流体解析の目的に応じて行われるものであり、詳細な解析を行う場合は、本数を多くそして格子線の間隔を狭く設定する。一方、簡易な解析で足りる場合は、本数を少なく、間隔を広く設定する。

【0008】 2) 次に、問題となる交換を説明する。

【0009】 図7は、図6と同様の円柱を真上から見た平面図であり、変換前の円柱を符号201、変換後の直方体の集合を符号202として示す。符号205は、円柱201以外の構成要素である四角柱を示す。二つの構成要素が存在する場合、その外形に基づいて格子線を設定すると、図に示すように、円柱201の周りには、図6と同様の格子線203が設定される。一方、四角柱205の周りには、x軸方向に格子線206aと206b、y軸方向に格子線207aと207bが設定され

る。

【0010】このように格子線が設定された場合、円柱201は、四角柱205によって設定された格子線206a、206bと207aの影響により、細かく要素分割されてしまい、その変形後の直方体の集合202の形状は図6に示す集合102の形状（斜線部分）と異なっている。具体的には、符号209の部分や符号210の部分である。また、円柱201の中心線211を基準に集合202の左右の形状を比較すると、その左右の形状は同一ではなく、対称性も失われている。

【0011】このように三次元形状情報に含まれる構成要素を直方体の要素に分割する変換方法において、複数の構成要素が集まった場合、他の構成要素の存在の有無によって、変換後の形状が変化してしまう問題点があった。この形状の変化は、構成要素の体積や表面積も変化してしまうため、熱容量や放射などの流体解析結果に影響を与えるものである。

【0012】すなわち、複数の構成要素が集まった場合、構成要素の相互の位置関係によって各構成要素の体積や表面積が異なることになってしまい、これでは正確な流体解析を行うことができなかった。具体的には、体積が変化したのでは熱容量の計算が正確にできない。また、表面積が変化したのでは、放射の計算が正確にできないものである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】① この発明の課題は、商品設計に用いられる三次元形状情報を提供するシステムであって、流体解析の計算が容易な情報を提供することである。

② 更に、三次元形状を直方体の要素に変換し、流体解析を行う手法において、複数の三次元形状が集まった条件であっても、適切な流体解析が行えるシステムを提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段及びその効果】そこで、この発明は、利用者端末とサーバ機がネットワークを介して通信可能に接続されたネットワークシステムであって、サーバ機が「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」を有し、かつ、利用者もしくは利用者端末からの要求に応じて変換した簡略化形状情報を配信することを特徴とするものである。

【0015】① ここで、「三次元形状情報」とは、三次元形状を表すデータの集合であって、コンピュータが読み取り可能なものをいう。データの構造は特に制限はなく、CADシステムで読み込み・作成・編集ができる様々な形態で実施可能である。そして、この三次元形状情報には、形状を特定するデータのみにならず、比熱や密度などの物性を特定するデータを含むものであってもよい。この発明における三次元形状としては、メーカーが設計した商品の三次元形状等が該当する。

【0016】② 「簡略化形状情報」とは、流体解析に適した三次元形状のデータを含む情報であって、前記した三次元形状情報によって特定される三次元形状において、流体解析の結果に影響を与えないと考えられる微小な構成要素を削除したものと、または、三次元形状を直方体の要素もしくは直方体の要素の集合に変換したものをいう。

【0017】③ 「利用者端末」とは、三次元形状の流体解析を行う者が用いる端末をいう。そして、「サーバ機」とは、ネットワークを介して情報を発信する機能を有する端末をいう。そして、利用者端末を扱うものを利用者、サーバ機を扱う者をオペレータとする。

【0018】④ これにより、簡略化形状情報を受信した利用者は、簡略化形状情報によって特定される形状に基づいて流体解析を行うことが可能になる。また、複数の三次元形状を組合せた状況での流体解析も、必要な形状の簡略化形状情報を受信し、その情報によって特定される形状を必要な位置に配置・組合せることで流体解析を行うことが可能になる。

・ 具体的には、不要な構成要素が削除されている簡略化形状情報であれば、不必要に要素分割をする必要がなくなり、その結果、計算負担が低減する。

・ また、直方体の要素に変換した簡略化形状情報であれば、利用者自身が直方体の要素に変換する必要がなくなり、変換の前後でその形状・体積・表面積が変化してしまふ不都合な事象を回避することができる。

【0019】（サーバ機：全体）

（2） また、この発明は、前記したシステムを実施するために、ネットワークを介して利用者からの要求に応じて情報を配信するサーバ機であって、「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」を有し、かつ、この簡略化形状情報を配信する手段を有することを特徴とするものである。

【0020】（サーバ機：体積同一）

（3） また、この発明は、前記したサーバ機であって、「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が、三次元形状情報によって特定される三次元形状を直方体の要素もしくは直方体の要素の集合に変換し、かつ、変換の前後における三次元形状の体積が略同一であることを特徴とするものである。

【0021】この発明では、変換の前後における三次元形状の体積が略同一であることから、簡略化形状情報を用いた流体解析において、熱容量の計算を正確に行うことができる。

【0022】（サーバ機：変換の程度を変更できるもの）

（4） また、この発明は、前記したサーバ機であって、設定された変換条件に基づいて、変換後の要素の大きさ、もしくは、要素の数を適宜に変更する手段を有す

ることを特徴とするものである。

【0023】この変換条件に基づく変換を行うことで、流体解析の目的に応じた適切な要素分割が可能になる。

【0024】（サーバ機：表面積同一）

（5） また、この発明は、前記したサーバ機であって、前記「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が、三次元形状情報によって特定される三次元形状を直方体の要素もしくは直方体の要素の集合に変換し、かつ、変換の前後における三次元形状の表面積が略同一であることを特徴とするものである。

【0025】この発明では、変換の前後における三次元形状の表面積が略同一であることから、簡略化形状情報に基づく流体解析において輻射の計算を正確に行うことができる。

【0026】（サーバ機：形状近似）

（6） また、この発明は、前記したサーバ機であって、前記「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が、三次元形状情報によって特定される三次元形状を直方体の要素の集合に変換し、かつ、流体解析に影響の大きな三次元形状の部分については他の部分より小さな要素によって構成されていることを特徴とするものである。

【0027】三次元形状を直方体の要素に変換する場合、丸みを有する部分や三軸（x、y、z軸）に対して鋭めの面は、その形状が階段状になってしまう。

【0028】この階段状の段差は解析の目的に対してある程度小さければ、解析結果に与える影響は少なく、無視することができる。しかし、あまりに大きな段差が生ずる場合、この段差による流れの乱れが大きくなり、無視することができなくなる。すなわち、形状を直方体の要素に変換したことで、解析結果に大きな違いが生じてしまう。

【0029】そこで、この発明では、全体の要素分割は大きく分割しながらも、流体解析の結果に影響が大きいと設定された部分については他の部分より小さな要素で構成することで、計算負担を低減しながらも、解析結果に与える影響を少なくするものである。

【0030】（サーバ機：微小要素削除）

（7） また、この発明は、前記したサーバ機であって、前記三次元形状情報によって特定される三次元形状が複数の構成要素52によって構成され、かつ、前記「三次元形状情報を流体解析に適した簡略化形状情報に適宜に変換する手段」が三次元形状情報によって特定される三次元形状から流体解析結果に影響を与えない微小な構成要素52を削除する手段であることを特徴とするものである。

【0031】（8） 更に、この発明は前記したサーバ機であって、利用者に対して三次元形状情報によって特定される三次元形状のうち代表要素の選択を促す手段を

有し、選択された代表要素に基づいて削除数値を設定する手段を有し、削除数値以下の構成要素52を削除する手段を有することを特徴とするものである。

【0032】これにより、不要な格子線が設定されることを回避することができ、その結果、計算負担が低減する。また、利用者が自分で不要と考える構成要素52を削除する必要もなくなる。

【0033】（簡略化形状変換装置：体積同一）

（9） また、この発明は、記憶手段に三次元形状情報を記憶したコンピュータであって、

- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し（S1）、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状における直交する三軸方向の幅、奥行き、高さを求め、
- ・求めた幅、奥行き、高さから三次元形状の体積を算出し、これを記憶し（S2）、
- ・更に、この三次元形状の周囲に格子線を設定し（S3）、算出した幅、奥行き、高さ方向に流体解析の目的に応じて適宜に分割し、三次元形状を直方体の要素の集合とし（S4）、

- ・前記要素において変換前の三次元形状の外形よりほぼ内側に含まれる内部要素（S5）を選択し（S5）、
- ・前記内部要素（S5）の集合の外形が、変換前の三次元形状の外形と一致しない軸方向を求め（S6）、
- ・前記内部要素（S5）を前記軸方向に拡大し、変換前の三次元形状の体積と、変換後の内部要素（S5）の体積の合計が略同一とする（S7、S8）、変換処理を行うことを特徴とするものである。

【0034】なお、上記する（S1）～（S8）までの符号は、コンピュータ有する各手段を図8における各処理のステップに対応させたものである。

【0035】（簡略化形状情報変換装置：表面積同一）

（10） また、この発明は、記憶手段に三次元形状情報を記憶したコンピュータであって、

- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状における直交する三軸方向の幅、奥行き、高さを求め、
- ・求めた幅、奥行き、高さから三次元形状の表面積を算出し、これを記憶し、
- ・更に、この三次元形状の周囲に格子線を設定し、算出した幅、奥行き、高さ方向に流体解析の目的に応じて適宜に分割し、三次元形状を直方体の要素の集合とし、

- ・前記要素において変換前の三次元形状の外形よりほぼ内側に含まれる内部要素35を選択し、
- ・前記内部要素35の集合の外形が、変換前の三次元形状の外形と一致しない軸方向を求め、
- ・前記内部要素35を前記軸方向に拡大し、変換前の三次元形状の表面積と、変換後の内部要素35の表面積の合計が略同一とする変換処理を行うことを特徴とするものである。

【0036】（簡略化形状情報変換装置：微小要素削

除)

- (11) また、この発明は、三次元形状情報を記憶した記憶手段と入力手段を有するコンピュータであって、
- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し (S11)、
- ・構成要素 52 を削除する削除数値を設定する手段を有し (S12)、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状に含まれる構成要素 52 の各体積 (各表面積) を算出し (S13)、
- ・算出された体積 (表面積) のうち、最も大きな体積 (表面積) の構成要素 52 を代表要素とし (S14)、
- ・この代表要素の体積 (表面積) から前記削除数値以下の体積 (表面積) を算出し (S15)、
- ・前記削除数値以下の体積 (表面積) と各構成要素 52 の体積 (表面積) を比較し (S16)、削除数値以下の体積 (表面積) の構成要素 52 を削除する処理 (S17) を行うことを特徴とするものである。

【0037】なお、ここで説明した発明は、各構成要素 52 の各体積に基づいて、不要な構成要素 52 を削除するものであるが、基準とするものは体積に限られない。前記カッコで示すように、各構成要素 52 の表面積を基準に判断する形態でも実施可能である。また、上記する (S11) ~ (S17) までの符号は、コンピュータが有する各手段を図 9 における各処理のステップに対応させたものである。

【0038】(プログラム：体積、表面積同一)

- (12) また、この発明は、記憶手段に三次元形状情報を記憶したコンピュータに、この三次元形状情報によって特定される三次元形状の変換処理を行わせるプログラムであって、
- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し (S1)、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状における直交する三軸方向の幅、奥行き、高さを求め、
- ・求めた幅、奥行き、高さから、三次元形状の体積もしくは表面積を算出し、これを記憶し (S2)、
- ・更に、この三次元形状の周囲に格子線を設定し (S3)、算出した幅、奥行き、高さ方向に流体力学的目的に応じて適宜に分割し、三次元形状を直方体の要素の集合とし (S4)、
- ・前記要素において変換前の三次元形状の外形よりほぼ内側に含まれる内部要素 35 を選択し (S5)、
- ・前記内部要素 35 の集合の外形が、変換前の三次元形状の外形と一致しない軸方向を求め (S6)、
- ・前記内部要素 35 を前記軸方向に拡大し、変換前の三次元形状の体積と変換後の内部要素 35 の体積の合計が略同一、もしくは、変換前の三次元形状の表面積と変換後の内部要素 35 の表面積の合計が略同一、となる処理 (S7、S8) を行うことを特徴とするものである。

【0039】この発明は、前記したサーバ機の発明のように、簡略化形状情報をネットワークを利用して配信す

る形態だけではなく、前記 (9) ~ (12) までの形態のように「三次元形状情報」を「簡略化形状情報」に変換するコンピュータとしても実施することができる。そして、このコンピュータを実施したことにより得られる「簡略化形状情報」を記憶した記憶媒体を、流体解析を行う利用者に任意の手段で配送することにより、利用者は前記したサーバ機の発明と同様の効果を得ることが可能になる。更に、この発明は、前記したプログラムを記憶した記憶媒体としても実施可能である。

【0040】(プログラム：微小要素削除)

- (13) また、この発明は、三次元形状情報を記憶した記憶手段と入力手段を有するコンピュータに、この三次元形状情報によって特定される三次元形状の変換処理を行わせるプログラムであって、
- ・記憶手段から三次元形状情報を読み出し (S11)、
- ・構成要素 52 を削除する削除数値を設定する手段を有し (S12)、
- ・この三次元形状情報によって特定される三次元形状に含まれる構成要素 52 の各体積を算出し (S13)、
- ・算出された体積のうち、最も大きな体積の構成要素 52 を代表要素とし (S14)、
- ・この代表要素の体積から前記削除数値以下の体積を算出し (S15)、
- ・前記削除数値以下の体積と各構成要素 52 の体積を比較し (S16)、削除数値以下の体積の構成要素 52 を削除する処理 (S17) を行うことを特徴とするものである。

【0041】この発明も前記したプログラムを記憶した記憶媒体として実施可能である。このプログラムを用いることで、利用者は、任意のコンピュータでこの発明における「簡易化形状情報」への変換が可能になり、利用者は流体解析を容易に行えるようになる。また、このプログラムを記憶した記憶媒体によって、任意のコンピュータにこのプログラムをインストールすることが可能になる。

【0042】

【発明の形態】(1) (全体構成)

まず、この発明の全体構成を図 1 を用いて説明する。図 1 に示すように、この発明は、情報を配信するサーバ機と、情報を受信し流体解析を行う利用者端末と、それらを結ぶネットワークによって構成される。

【0043】利用者は利用者端末からサーバ機にアクセスし、簡略化形状情報の配信要求を行う。一方、サーバ機側では、三次元形状を適宜に変換し、その変換された簡略化形状情報を利用者端末へ配信するものである。

【0044】また、この発明は三次元形状を簡略化形状に適宜に変換する手段を有するコンピュータ単体でも実施可能であり、その場合は、変換された簡略化形状情報は、ネットワークを介さずに、記憶媒体に記憶されて配送などの任意の手段によって利用者に届けられる。

【0045】また、この発明はコンピュータに三次元形状を簡略化形状に適宜に変換する処理を行わせるプログラム、及び、このプログラムを記憶した記憶媒体としても実施可能である。

【0046】(2) (サーバ機及びコンピュータの構成)

次に、サーバ機及びコンピュータの構成を図2を用いて説明する。図2は構成を示すブロック図である。この図において符号21は制御手段であり、CPUやメモリー等から構成され、各部の制御や、各プログラムの実行、種々の演算、データの一時的な格納などを行う。そして、このサーバ機を用いた実施形態の場合この制御手段21は情報の配信を行う。符号22は入力手段であり、ネットワークを介して利用者端末から入力されるデータを制御する。符号23は出力手段であり、利用者端末へ簡略化形状情報を配信する。

【0047】この発明がコンピュータとして実施される場合、コンピュータの入力手段22としては、キーボードやマウス、タッチパネルなどが利用される。出力手段23としては、CRTや液晶画面など、パソコンに用いられる表示画面をもって実施可能である。なお、インターネットを用いて情報を配信する場合、サーバ機はウェブサーバ及びデータベースサーバとしての機能を有するものである。そして、符号24、25、26は各種の記憶手段であり、それぞれ以下のプログラム、情報が記憶されている。

【0048】(記憶手段24) 記憶手段24は、各種プログラムを記憶する。このプログラムは制御手段21の指示により読み出され、一時的に記憶され実行されるものである。

① 記憶するプログラムの一つは、三次元形状情報を簡略化形状情報に変換するものである。その変換の内容については後述する。

② その他のプログラムとしては、利用者端末のアクセスに対して、パスワードなどを入力させ利用を認める可否かの判断を行ったり、要求された商品の三次元形状情報や簡略化形状情報を記憶手段25に検索に行き、該当する情報を読み出したり、読み出した情報を変換し、利用者端末に配信したりするものである。

【0049】(記憶手段25) 記憶手段25は、「三次元形状情報」を記憶する。

① 三次元形状情報は、形状を示すCADデータを含むものであるが、その他、流体解析に用いられる様々な物性情報を含む形態で実施可能である。

【0050】例えば、発熱などの影響を考慮した解析を行うために発熱量・比熱等、また、流体解析のみならず、剛性などの解析を行う場合であれば、素材名や弾性係数、断面係数などである。

【0051】② 三次元形状情報により特定される三次元形状としては、円柱や球など、一つの要素で構成され

るものが挙げられる。また、その一つの要素は簡単な形状である必要はなく、曲面と平面とが組み合わさった複雑な形状であってもよい。その他、複数の要素が組み合わさって一つの三次元形状を構成しているもの、例えば、図5に示すパソコンなどに用いられるボード(プリント回路基盤)などであってもよい。そして、複数の要素によって構成されている三次元形状における各要素を三次元形状の構成要素とする。

【0052】③ この発明を実施する場合、記憶手段25には、予め「三次元形状情報」を記憶させる形態が望ましい。しかし、この発明を実施する場合、記憶手段25(及び、その他の記憶手段)には、一時的に三次元形状情報を記憶する形態でもよい。これは、サーバ機と三次元形状を記憶する端末とがネットワークを介して繋がっている場合であって、次のステップからなる。

1. 利用者からサーバ機に要求があると、サーバ機は三次元形状情報を記憶する端末に要求を送る。
2. 要求を受け取った端末は、その要求に含まれる三次元形状情報をデータベースから読みだし、サーバ機に配信する。

3. そして、サーバ機では、その三次元形状情報を一時的に記憶し、三次元形状情報を簡略化形状情報に変換し、その情報を利用者端末に配信する。

・このように、この発明は一時的に簡略化形状情報を記憶する形態でも実施が可能である。

【0053】④ 更に、この記憶手段25には、三次元形状情報に対応して簡略化形状情報を記憶し、利用者からの要求に応じて適宜に簡略化形状情報を読み出し、これを配信する形態でも実施可能である。この場合は、三次元形状情報を簡略化する必要がなく、迅速に情報を配信できる利点がある。なお、この実施形態においては、記憶する簡略化形状情報に対応させて簡略化させる程度を示す変換条件を記憶し、利用者が求める簡略化の程度と同程度に簡略化した簡略化形状情報を配信することが必要となる。

【0054】⑤ また、利用者端末から、配信を希望する三次元形状を特定する情報(形状特定情報)が送られる場合には、この形状特定情報に基づいて三次元形状情報を検索できるように、形状特定情報に対応した検索用のデータを三次元形状情報を含む形態が望ましい。

【0055】(記憶手段26) この記憶手段26は、利用者名や簡略化形状情報の配信先など利用者に関する情報(利用者情報)を記憶する。また、パスワードを用いて利用者を識別する形態であれば、パスワードなど利用者識別に必要な情報を記憶する。

【0056】更に、三次元形状情報を簡略化形状に変換する条件が決められている利用者に関しては、この変換の程度・条件を特定する「変換条件」を利用者情報に対応させて記憶する。「変換条件」としては、三次元形状の分割する数や、分割のピッチ、また、特定の部分を細か

く分割するといった条件、更に、後述する削除数値などが含まれる。なお、この記憶手段24、25、26は物理的に分離している必要はなく、一つの記憶媒体に記憶されているものでもよい。

【0057】(記憶媒体) この記憶手段24、25、26としては、大量の情報・データを安定して記憶できるものであればよく、特にその形式・構成に制限はない。よって、これら記憶手段24、25、26の具体的構成としては、コンピュータの内部記憶装置であるハードディスク、またデータの読み取り可能なCD(コンパクトディスク)、DVD等で実施可能である。そして、データの出入力の容易さ及び大容量のデータを扱うことを考えると、この記憶手段25を実現するための記憶媒体としては、ハードディスクが適している。更に、本発明における記憶媒体はその形態を問わず、コンピュータの内部でICを用いて情報を記憶する構成でも実施が可能である。そして、携帯性に優れたものとして、いわゆる「メモリーカード」と呼ばれる記憶媒体でも実施は可能である。

【0058】この記憶媒体は、CD等のようにこの記憶媒体が単独で取引される必要はなく、コンピュータの内部に記憶装置として配置されるものも含む。そして、この記憶媒体は、必ずしもサーバ機の中にある必要はなく、専用線などを活用しサーバ機と送受信可能であれば、サーバ機の外部に配置されてもよい。このような場合は、情報を配信するサーバ機とこの記憶媒体とを合わせて、本発明におけるサーバ機である。

【0059】(4)(利用者端末)
利用者端末としては、表示画面、入力装置、制御装置、記憶装置を有したコンピュータを用いて実施が可能である。そして、この発明を実施するにあたり、この利用者端末はネットワークに接続されており、情報の双方向通信が可能でなければならぬ。そして、サーバ機に対して簡略化形状情報を要求する形態は、インターネットを通じて電子メールを送信する形態や、また、サーバ機にあるホームページ(webサイト)に直接書き込む形態等で実施が可能である。その要求に対して、サーバ機は簡略化形状情報を利用者端末に直接配信してもよいし、また、企業側に簡略化形状情報を送信するよう指示し、それを受けた企業側の端末から、利用者端末にネットワークを通じて簡略化形状情報が送信される形態でもこの発明の実施は可能である。

【0060】(5)(ネットワーク)

この発明においては、サーバ機と利用者端末とは、双方向に通信可能に接続していることが必要であり、その接続の形態としては、インターネットを介して接続されている形態のほか、専用線を有したLANやWANといった形態で接続されていてもよい。ここで、既存の設備利用とシステムの普及を考慮すると、インターネットで接続する形態が望ましい。

【0061】(6)(実施の流れ)

この発明の実施の流れを説明する。(6-1 実施の流れ1)はネットワークを用いない実施形態であり、(6-2 実施の流れ2)はネットワークを用いた実施形態である。なお、ネットワークを用いた実施形態では、利用者端末とサーバ機がネットワークを介して接続した状態として説明する

(6-1 実施の流れ1 ネットワークなし)

①(配信依頼)

10 流体解析を行う利用者は、オペレータに簡略化形状情報の配信依頼をする。この依頼の手段としては、電話やFAXなど様々な手段を用いることが可能である。

【0062】②(変換処理)

前記依頼を受け取ったオペレータはコンピュータを操作し以下の処理をする。

- ・ 利用者が希望する形状の三次元形状情報を記憶手段25から読み出す。
- ・ 記憶手段26の利用者情報に基づき、利用者への配信先を読み出す。

20 利用者の目的に応じて変換の条件を特定する変換条件を設定する。この変換変換条件の設定手段については(6-3 変換条件の特定手段)で説明する。

- ・ 簡略化変換プログラムを実行させ、読み出した三次元形状情報を変換条件に基づき適宜に変換する。この変換する具体的手段については、(6-5 簡略化変換の形態)で説明する。

【0063】③(配信処理)

そして、この変換した簡略化形状情報を前記した利用者の配信先に、配信する。これによって、利用者は希望する簡略化形状情報を得ることができる。

【0064】④(配信後)

そして、簡略化形状情報を入手した利用者は、この情報を流体解析ソフトに取り込み、流体解析を行うことが可能になる。

【0065】(6-2 実施の流れ2 ネットワークあり)
また、この発明はネットワークを利用して次の形態で実施可能である。

①(配信依頼)

40 流体解析を行う利用者は、自分を特定する情報(利用者特定情報)と、配信を希望する三次元形状を特定する情報(形状特定情報)を利用者端末からサーバ機に送信する。この「形状特定情報」としては、流体解析を行う形状の名称(四角柱や球形、円錐形など)のほか、商品名や品番によってその形状を特定する形態で実施可能である。また、変換条件がサーバ機に予め記憶されていない実施形態の場合、利用者は「変換条件」も利用者端末からサーバ機に含わせて送信する。

【0066】②(変換処理)

・ 形状特定情報を受け取ったサーバ機は、制御手段21が記憶手段24から検索プログラムを読み出して実行

し、記憶手段25からこの形状特定情報に基づく三次元形状情報を検索し読み出す。

- ・ 同様に、利用者特定情報を受け取ったサーバ機は、制御手段21が記憶手段26から利用者情報を読み出し、配信先を特定する。

- ・ 制御手段21は、利用者情報に対応する変換条件を記憶手段26から読み出す。もしくは、利用者端末から送られる変換条件を一時的に記憶する。

- ・ 制御手段21は、記憶手段24から簡略化変換プログラムを読み出し、実行し、読み出した前記三次元形状情報を変換条件に基づき適宜に変換する。変換する具体的手段については、(6-5 簡略化変換の形態)で説明する。

【0067】③ (配信処理・配信後)

そして、この変換した簡略化形状情報を前記した利用者の配信先に配信する。そして、簡略化形状情報を入手した利用者は、この情報を流体解析ソフトに取り込み、流体解析を行うことが可能になる。

【0068】(6-3) (変換条件の特定手段)

① この発明のポイントは、三次元形状情報を流体解析に適用した簡略化形状情報に変換することである。この変換を行う場合、どの程度の簡略化を行うのかは、利用者が行う流体解析の目的によって決められる。よって、簡略化形状情報に変換する際には、変換を行う条件を特定する変換条件が必要である。そこで、この変換条件の設定手段について以下説明する。

【0069】② (サーバ機記憶型)

変換条件は、予め利用者情報に対応させてサーバ機に記憶させる形態で実施可能である。この場合、利用者は三次元形状を特定すれば、特定された三次元形状を記憶している変換条件に基づいて変換することが可能である。

【0070】そして、記憶する変換条件は一つに限定する必要はなく、一利用者に対して複数の変換条件を記憶する形態であってもよい。その場合は、利用者は簡略化形状情報を要求する際に、どの変換条件に基づいて変換するかを特定する。

【0071】一方、変換条件が常に一定の利用者の場合、どんな形状の三次元形状であっても、その形状さえ特定すれば、あとは同じ変換条件に基づいた簡略化形状情報を得ることができる。

【0072】③ (変換条件送信型)

一方、サーバ機に変換条件が記憶されていない場合、利用者は簡略化形状情報を求める際に、あわせて変換条件をサーバ機に送信し、変換条件を特定する形態でも実施可能である。この場合、利用者は、どの程度の流体解析を行うのか、また、熱移動を解析するのか、流体中の物質移動を解析するのかなど、流体解析の目的を特定し、サーバ機に送信する。

【0073】この変換条件の特定手段としては、簡略化の程度を数値などを用いて直接特定する手段で実施可能

である。例えば、サーバ機から利用者端末に、「簡略化の程度」との項目を設け、1~10までの数値を選択、もしくは入力して特定する形態である。

【0074】また、この変換条件の特定手段としては、流体解析に関連する質問をし、質問に対する回答からその変換条件を特定する形態で実施することも可能である。例えば、「流体解析の目的は何ですか」の質問に対して、「熱移動解析」「放射解析」「物質移動」との回答を入力、もしくは、選択してもらう形態等である。そして、これら質問に対する利用者からの回答に基づき、サーバ機は変換条件を特定・設定する。以上のように特定され送信された変換条件は記憶手段26に記憶される、もしくは、制御手段21に一時的に記憶される。そして、三次元形状情報を変換するとき、この特定された変換条件に基づいて格子線などが設定され変換が行われる。

【0075】なお、利用者から送られる変換条件を記憶し、この変換条件に基づいて三次元形状情報を変換することは、サーバ機の制御手段21に入力された変換条件に基づいて、変換後の要素の大きさ、もしくは、要素の数を適宜に変更する手段である。

【0076】④ (オペレータ連絡型)

更に、この発明では、利用者が直接オペレータに流体解析の目的や必要な精度のなどを説明し、その説明からオペレータが変換条件を設定し、この設定された条件に基づき、サーバ機が変換を行う形態でも実施可能である。

【0077】⑤ (コンピュータの場合)

サーバ機能を有さないコンピュータも、上記したサーバ機と同様に、予め変換条件を記憶する形態(上記②)、及び、利用者が直接オペレータに変換条件を説明する形態(上記④)で実施することができる。

(6-4 三次元形状情報の特定)

① この発明では、変換を行う三次元形状情報を特定する必要がある。この三次元形状情報の特定手段を以下説明する。

【0078】② (サーバ機記憶型)

三次元形状情報をサーバ機が記憶している場合、利用者は、記憶されている三次元形状情報から希望する三次元形状を特定する。その形態としては、アクセスした利用者に対して、サーバ機は三次元形状情報のリストを配信し、利用者端末の画面に表示させる。このリストを表示する画面は、利用者に三次元形状情報の選択を促す手段である。そして、利用者が画面上で選択した情報は、形状特定情報としてサーバ機に送られる。サーバ機は、この形状特定情報に基づいて、記憶手段25から三次元形状情報を検索、読み出し、その後の変換処理に進む。

【0079】③ (三次元形状情報送信型)

また、この発明は、利用者が解析を希望する三次元形状情報を直接サーバ機に送信する形態でも実施可能である。この場合、サーバ機は三次元形状情報を記憶してい

る必要がなく、記憶容量の負担が低減する。

【0080】④（コンピュータの実施形態）

サーバ機能を有さないコンピュータを用いた実施形態の場合、コンピュータは予め記憶手段26に三次元形状情報を記憶する。そして、オペレータの指示に基づき、この記憶された三次元形状情報のリストを表示画面に表示する。オペレータは、このリストから三次元形状を選択し、変換を行う三次元形状情報を特定する。また、三次元形状情報の番号などをオペレータが直接入力することによって、三次元形状情報を特定する形態でも実施可能である。更に、情報の配信機能（サーバ機能）はなくても、ネットワークを介して三次元形状情報を受信することによってこの発明の実施は可能である。

【0081】（6-5 簡略化変換の形態）三次元形状情報を簡略化形状情報に変換する具体的形態を以下サーバ機の実施形態として説明する。なお、同様の形態でコンピュータも実施可能である。変換の形態としては、三次元形状を直方体の要素もしくは直方体の要素の集合に変換するものと（実施形態1）、微小な構成要素を削除する形態がある（実施形態2）。

【0082】更に、直方体の要素に変換する形態としては、変換の前後で体積が略同一のもの（実施形態1-1）と、表面積が略同一のもの（実施形態1-2）と、流体解析に影響の大きな部分については他の部分よりも小さく分割するもの（実施形態1-3）がある。なお、この発明は、以下の変換処理をコンピュータに行わせるプログラム、及び、このプログラムを記憶した記憶媒体としても実施することができる。

【0083】★実施形態1-1

円柱の三次元形状を直方体の集合に変換する形態を図3を用いて説明する。なお、変換の各ステップを図8のフローチャートに示す。

① 図3aは、記憶手段25から読み出された三次元形状情報によって特定される三次元形状（円柱）が直交する三軸（ x 、 y 、 z ）の空間座標に置かれた状態である（S1）。

② サーバ機は、三次元形状であるこの円柱の三軸方向の寸法である幅、奥行き高さを求める。そして、この三軸方向の寸法から変換前の円柱の体積を算出し、これを記憶手段25に記憶する（S2）。

③ オペレータは、利用者の解析の目的に応じて格子線を設定する（S3）。この実施形態では、予めファックス等によって利用者からオペレータに変換条件が伝えられる。

④ 図3bでは、格子線を x 軸と y 軸方向にそれぞれ4本づつ、 z 軸方向に3本設定する。図では、幅を三等分するよう格子線31を設定する。奥行きは、格子線32によって三等分する。また、高さは、格子線33によって二分する。

⑤ そして、各格子線によって区切られた空間に基づ

き、円柱を直方体の要素に分割し、円柱を直方体の要素の集合とする（S4）。

【0084】⑥ 直方体の要素のうち、変換前の円柱の外形34（輪郭）よりほぼ内側に含まれる内部要素35を選択する（S5）。図3cでは、選択された内部要素35の上面をハッチングして示す。ここで、変換後の要素が円柱の外形の「ほぼ内側に含まれるか否か」の判断は、流体解析の目的に応じて適宜に決めればよく、この実施形態では、各直方体に含まれる変換前の円柱の体積

10 を求め、この体積が直方体の体積の60%以上であれば、その要素は円柱のほぼ内側に含まれるとする。図3cでは、要素351~355等は、いずれも円柱の体積が60%以上含まれるため内部要素35とする。一方、ハッチングされていない四隅の部分は、円柱の体積が60%未満であったため、外部要素36とする。

【0085】⑦ 次に、内部要素35の集合の外形が、変換前の円柱の外形と一致しない軸方向を求める（S6）。

20 図3cでは、 z 軸方向は変換の前後でその外形に変化はない。一方、 x 軸と y 軸方向では、直方体に分割したことにより、外形が一致しない。よって、図3cにおける「変換前の円柱の外形と一致しない軸方向」とは、 x 軸と y 軸である。なお、三次元形状が球体であれば、三軸すべてが一致しない。また、円柱においてその中心軸を x 軸に向けた円柱では、 y 軸と z 軸方向が一致しない。

【0086】⑧ 次に、直方体である内部要素35の体積を求める。そして、この内部要素35の体積と変換前の円柱の体積と比較し、その体積の違いを求める（S7）。なお、体積を求めるステップ（S7）と前記する内部要素35の集合の外形が、変換前の円柱の外形と一致しない軸方向を求めるステップ（S6）とは、順序は問わず、（S7）の後に（S6）の処理が行われてよい。

【0087】⑨ そして、変換前の円柱の体積と変換後の内部要素35の体積がほぼ同じになるように、この変換後の内部要素35を円柱の外形と一致しない軸方向である x 軸と y 軸方向に拡大する（S8）。拡大後の断面を図3dに示す。このようにして、三次元形状である円柱を、流体解析に適した直方体の要素の集合に分割し、

40 かつ、その体積を変換前と同一にするものである。この実施形態では、 z 軸方向には拡大を行わず、 x 軸と y 軸方向に変換前の体積を1.4137倍（ xy 平面の面積では1.8899倍）に拡大する。

【0088】なお、熱容量などを正確に計算する点から、変換前後の体積は厳密に同一であることが望ましい、しかし、解析の目的によっては、あまりに厳格さを求める必要がない場合がある。よって、通常行われる流体解析の精度からすれば、この体積の同一性は-5%~+5%の範囲内でこの発明の実施は可能である。この点は、後述する表面積も同様に-5%~+5%の範囲内で実

施可能である。

【0089】☆実施形態1-1の続き

① なお、三次元形状は、かならず直方体の要素の集合に変換する必要はなく、一つの直方体に変換する形態でも実施可能である。

② また、変換条件は、利用者からオペレータに直接連絡される形態のほか、記憶手段26に記憶される変換条件を読み出して、その条件に基づいて格子線を設定する形態(S3)でも実施可能である。

③ この発明は、同じ三次元形状であっても変換条件が異なればその変換後の要素の大きさや形、また、分割される要素の数も異なるものである。また、変換条件はオペレータや利用者によって任意に設定される。よって、この発明のサーバ機は、設定された変換条件に基づいて、変換後の要素の大きさや、もしくは、要素の数を適宜に変更する手段を有するものである。

【0090】★実施形態1-2

次に、変換の前後で表面積が略同一とする実施形態1-2を説明する。

① 表面積が同一である実施形態では、前記した実施形態1-1における②において、サーバ機は、この円柱の三軸方向の寸法である幅、奥行き高さを含め、この三軸方向の寸法から変換前の円柱の表面積を算出し、これを記憶手段25に記憶する。

【0091】② その後の処理は同様であり、前記⑤において、直方体である内部要素35の表面積を求める。この表面積は図3におけるハッチングで示す部分の表面積である。そして、この内部要素35の表面積と変換前の表面積とを比較し、その表面積の違いを求める。

【0092】③ 変換前の円柱の体積と変換後の内部要素35の表面積が同一となるように、この変換後の内部要素35をx軸とy軸方向に拡大する。このようにして、三次元形状である円柱を、流体解析に適した直方体の要素の集合に分割し、かつ、その表面積を同一にするものである。

【0093】④ また、熱量の計算を正確に行う観点からは、要素分割や分割後の要素の拡大程度を調節することで、表面積のみならず体積も同一となるような変換が望ましい。

【0094】★実施形態1-3

次に、流体解析に影響の大きな部分については他の部分よりも小さく分割する変換の形態を説明する。

① この実施形態を図4に示す。図4aは、記憶手段25から読み出された三次元形状情報によって特定される三次元形状(円柱)が直交する三軸(x、y、z)の空間座標に置かれた状態である。図は円柱41aと41bの二つの円柱が置かれた状態を示す。そして、図4bはこの二つの円柱41aと41bとが流体解析の影響を考慮した変換後の状態を示すものである。流体解析を行う条件として、図4a右下の円柱41bはその周りに流れ

45が存在する。一方、図4a左上の円柱41aには流れは存在しない。

【0095】② このような場合、円柱41aの形状は流体解析の結果にあまり影響を与えない。そこで、図4bに示すように一つの直方体42aに変換する。一方、図4aの右下には流れ45が存在する。この場合、円柱41bを円柱41aと同様に一つの直方体に変換したのでは、その外形が大きくなり、流れの解析に適さない。そこで、円柱41bは円柱41aに比べて小さな要素に分割し変換を行う。変換後を符号42bと示す。この実施形態では、図4bに示すようにx・y軸方向にそれぞれ5分割したものである。

【0096】この変換であれば、変換後の円柱42bの外形は、一つの直方体に変換された円柱42aよりその外形が円柱に近似するため、流れの解析結果に与える影響は少ないといえる。

【0097】③ このような分割・変換はオペレータが画面に表示された円柱をマウスやキーボードなどの入力手段を用いて行うほか、指定された領域内をx軸に〇〇分割、y軸に〇〇分割するように設定されたプログラムによって行うことが可能である。そして、この実施形態においても、熱量の計算や輻射の計算を行うのであれば、変換前の円柱と変換後の内部要素35の集合の体積や表面積が同一である形状が望ましい。

【0098】④ なお、この実施形態は、一つの要素であっても実施可能である。例えば、室内の流体解析を行うための三次元形状情報の場合、解析で重要視される壁面付近の要素を細かく分割して設定する形態である。また、空気を吐き出すダクト部分などにおいては、ダクト部は周囲の要素を細かく設定、その他の部分は要素を大きく設定するなどの形態である。

【0099】⑤ また、熱量の計算を正確に行う観点からは、要素分割を細かく行う領域や、要素を分割する数、更に、分割後の要素の拡大の程度を調節することによって、変換前と体積が同一となるような変換が望ましい。同様に、輻射の計算を正確に行う観点からは、変換前と表面積が同一となるような変換が望ましい。更に、変換前と体積と表面積が同一である変換も望ましい実施形態である。

【0100】★実施形態2-1

実施形態2は、流体解析結果に影響を与えない微小な構成要素を削除する形態である。この実施形態を図5を用いて説明する。

① 図5aは、パソコンなどに用いられるボード51であって、その表面には様々な大きさの半導体チップが組み立てられている。この半導体チップのように、流体解析を行う対象であるボード51を構成している部分を、構成要素52とする。図5aでは、構成要素521、522、更に、小さな構成要素の集まりを523、524として示す。そして、この実施形態は、このように三次元

形状が複数の構成要素52によって構成されている場合に実施できるものである。

【0101】② オペレータは、利用者により設定された変換条件に基づき、この構成要素52から流体解析に不要な構成要素52を削除し、三次元形状情報を簡略化形状情報に変換する。図では、構成要素521に比べ体積もしくは表面積が小さい構成要素52の集まりである構成要素523、524等を削除する。

【0102】変換後の簡略化形状を図5bに示す。図に示すように、この簡略化の手段では、三次元形状を直方体に変換するのではなく、不要な要素を削除することで簡略化し、流体解析に適した形状とするものである。

【0103】③ 変換条件を特定する手段としては、ネットワークを介してサーバ機に送信する手段のほか、オペレータに電話などで直接説明する形態で実施可能である。

【0104】④ この構成要素523や524を削除する変換条件としては、一定の体積や表面積以下の構成要素52は全て削除するとするもの、また、最も体積や表面積が大きな構成要素52である代表要素の数%以下の体積や表面積の構成要素52を全て削除するといった変換条件で実施可能である。

【0105】⑤ その体積や表面積を判断する目安として、体積の大きさに応じて各構成要素52の色を変化させる形態や各構成要素52の輪郭線を変化させる形態で実施可能である。例えば、体積の小さな構成要素52は明るい色で表示する。一方、体積が大きくなるに従って暗い色で表示する形態である。また、体積の小さな構成要素52はその輪郭線を細く表示し、体積の大きな構成要素52は輪郭線を太く表示することで、体積の大きさを判断する目安としてもよい。これにより、オペレータは利用者から特定された変換条件に基づいて、不要な構成要素52の判断が容易になる。

【0106】★実施形態2-2

また、この実施形態2は次のように、三次元形状情報を記憶した記憶手段25と入力手段を有するサーバ機もしくはコンピュータを用いて実施することも可能である。この実施のフローチャートを図9に示す。

【0107】① オペレータは、変換を行う三次元形状情報を特定し、記憶手段25から読み出す（S11）。三次元形状情報を特定する形態としては、三次元形状の名称を入力する形態のほか、商品の名称を入力しその商品の三次元形状を読み出す形態、更には、複数の三次元形状を画面に表示させ、表示された画面上で希望する三次元形状を選択する形態で実施可能である。

【0108】② 次に、オペレータは構成要素52を削除する削除数値を設定する（S12）。設定手段としては、オペレータが入力手段であるキーボードから簡略化の程度に応じた削除数値を入力する。そして、制御手段21はこの削除数値を一時的に記憶する。なお、この削

除数値は簡略化形状への変換する条件を定めるものであり、変換条件の一態様である。

【0109】③ 制御手段21では、三次元形状に含まれる各構成要素52を認識し、各構成要素52の体積を算出し、記憶する（S13）。そして、記憶された体積のうち、最も大きな体積の構成要素52を代表要素とする（S14）。この代表要素を特定する形態としては、最初に認識した構成要素52と次の構成要素52の体積を比較し、大きいほうを選択する。この選択された構成要素52と更に次の構成要素52の体積を比較する。このように体積の比較を連続することで最終的には、最大体積の構成要素52を選ぶことができる。

【0110】④ 代表要素の体積から、前記削除数値以下の体積を算出する（S15）。具体的に、代表要素の体積が100cc、削除数値が5%の場合、削除数値の体積を5ccとする。そして、この5ccの数値を削除数値として記憶する。

【0111】⑤ 制御手段21は、算出した削除数値の体積と各構成要素52の体積を比較する（S16）。削除数値以下の体積の構成要素52は三次元形状の構成から削除する。削除数値以上の体積のものはそのまま存続させる。この比較を全ての構成要素52に対して行い、削除数値以下の構成要素52を削除する（S17）。

【0112】⑥ なお、削除数値の設定手段としては、ネットワークを介して利用者端末から削除数値が送られ、受信したその値を制御手段21が一時的に記憶し、削除数値とする形態であっても実施可能である。

【0113】また、削除数値は解析の目的に応じて適宜に設定すればよい。解析結果の精度よりも計算負担の低減を優先する場合、削除数値は大きく設定する方が望ましく、具体的には、3%～10%程度である。一方、計算負担を低減させると共に、ある程度の解析結果の精度も必要な場合は、0.5%～5%程度とする。なお、制御手段21が記憶手段26から予め記憶されている変換条件を読み出し、この変換条件に基づいて削除数値を設定する形態でも実施可能である。

【0114】⑦ また、代表要素の特定手段としては、サーバ機が利用者端末の表示画面に、三次元形状情報によって特定される三次元形状を表示し、表示された三次元形状の構成要素52から利用者が代表要素として適切と考える構成要素52を選択する形態でも実施可能である。この実施形態では、利用者に選択された構成要素52は、その情報からサーバ機に送信され、制御手段21ではその構成要素52の情報から体積を求め、削除数値を設定する。利用者が代表要素を選択する手段としては、画面上で構成要素52をクリックする形態や、構成要素52の番号を入力する形態で実施可能である。この実施形態は、サーバ機が利用者に対して代表要素の選択を促す手段を有し、選択された代表要素に基づいて削除数値を設定する手段を有するものである。

【0115】⑤ 三次元形状情報の特定は、利用者端末から送られる形状特定情報に基づいて三次元形状情報を特定する形態でも実施可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明のシステム概略図

【図2】 サーバ機（コンピュータ）の構成のブロック図

【図3】 実施形態1-1（体積同一）の説明図

* 【図4】 実施形態1-3（適宜微小分割）の説明図

図4（a）変換前、図4（b）変換後

【図5】 実施形態2（微小要素削除）の説明図図5

（a）変換前、図5（b）変換後

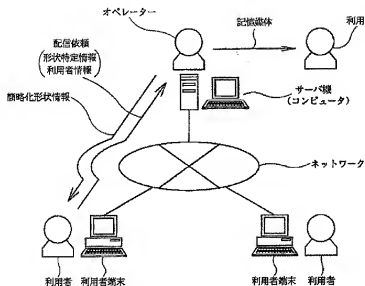
【図6】 従来の変換例（その1）

【図7】 従来の変換例（その2）

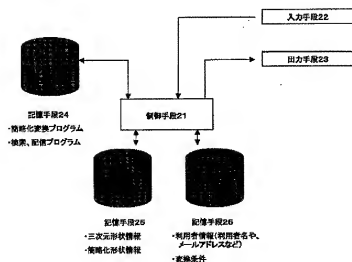
【図8】 実施形態1-1のフローチャート

【図9】 実施形態2-2のフローチャート

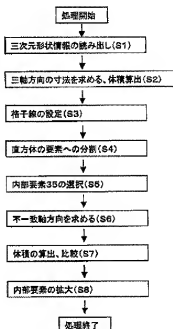
【図1】



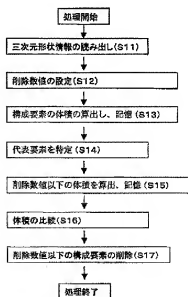
【図2】



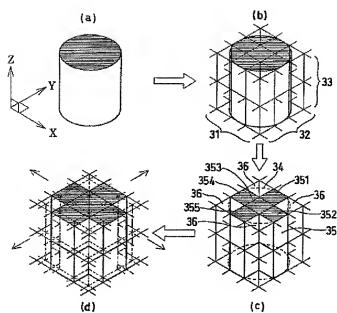
【図8】



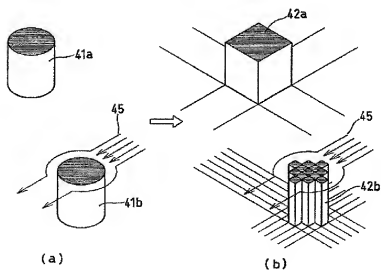
【図9】



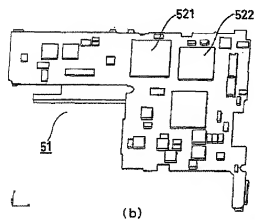
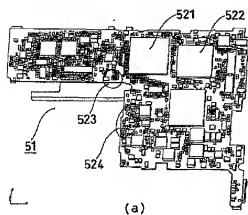
【図3】



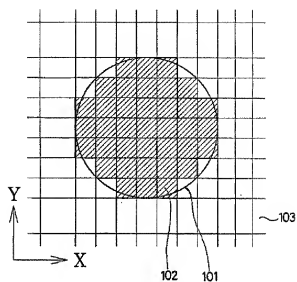
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

